



**【特許請求の範囲】**

1. 3次元（3D）対象物スペース内で複数の画像プリミティブより成る対象物の2次元（2D）画像の立体対を発生する方法であって、第1の画像を対象物スペース内の予め決定したビューポイントから得る当該方法において、この方法が、

（a）プリミティブデータをzバッファリングして第1の2D画像の各画素当りの最短近接不透明プリミティブを選択するとともに、最大の奥行きを有する画素プリミティブを棄却する工程と、

（b）工程（a）からの棄却された画素プリミティブデータをzバッファリングして、第1の2D画像の各画素当り第1オクルードッドプリミティブを選択する工程と、

（c）工程（a）及び（b）で選択された画素プリミティブデータに、各画素当り当該画素の奥行き値により決定される量だけ、前記2次元のうちの1つの次元における位置的オフセットを与える工程と、

（d）工程（c）からのシフトされた画素プリミティブデータをzバッファリングして各画素当りの優先寄与度を選択する工程と、

（e）工程（a）で選択した画素プリミティブデータから第1の画像をレンダリングし、工程（d）で選択した画素プリミティブデータから第2の画像をレンダリングする工程と

を具えることを特徴とする方法。

2. 請求の範囲1に記載の方法において、前記工程（a）が更に、不透明でないプリミティブが前記の各画素当りの最短近接不透明プリミティブよりも近い場合に、これら不透明でないプリミティブを選択し、各プリミティブから各画素当りの優先寄与度を発生させることを有していることを特徴とする方法。

3. 前記工程（b）が更に、最短近接プリミティブが不透明でなく、2つの又はすべてのプリミティブが第1の不透明プリミティブの後方にある2つ以上の重複するプリミティブから各画素当りの優先寄与度を選択することを有していることを特徴とする方法。

4. 請求の範囲1に記載の方法において、前記工程（c）が、水平方向の位置的

な

オフセットを適用することを有していることを特徴とする方法。

5. 3次元(3D)対象物スペースにおける複数の画像プリミティブから成る対象物の2次元(2D)画像の立体対を発生する画像処理装置であって、第1の画像を対象物スペース内で予め決定したビューポイントからのものとした画像処理装置において、この画像処理装置が、

対象物プリミティブデータを蓄積するための関連の主メモリを有するホストプロセッサと、

関連の複数のディスプレイメモリを有するディスプレイプロセッサとを具備しており、ホストプロセッサは対象物プリミティブデータをディスプレイプロセッサに供給する手段を有しており、ディスプレイプロセッサは、

プリミティブデータを整列させて第1の2D画像の各画素当り最短接近不透明プリミティブを選択し、選択した画素データを第1のディスプレイメモリに書込み、より大きな奥行きを有する棄却された画素プリミティブデータを出力する第1のzバッファと、

第1のzバッファからの出力された棄却された画素プリミティブデータを受け、受けたデータから各画素当りの最短近接不透明プリミティブを選択するように結合された第2のzバッファと、

第1及び第2のzバッファで選択された画素プリミティブデータの座標に、各画素当り当該画素の奥行き値によって決定される量だけ、前記2次元のうちの1つの次元における位置的オフセットを与えるように構成した位置オフセット手段と、

この位置オフセット手段からシフトした画素プリミティブデータを受けて各画素当りの優先寄与度を選択し、選択した画素データを第2のディスプレイメモリに書込むように結合された第3のzバッファと

を具備していることを特徴とする画像処理装置。

6. 請求の範囲5に記載の画像処理装置において、前記ホストプロセッサに関連する主メモリが更に対象物プリミティブテクスチャの定義を保持し、前記ディ

スプレイプロセッサがテクスチャメモリを有し、

前記ホストプロセッサが更に、レベル座標のそれぞれの値により規定された解

像度の少なくとも2つのレベルで所定の2D変調パターンを表わすテクスチャエレメント値の複数の2Dアレイを有するテクスチャエレメント値の少なくとも1つのピラミッド型又は部分ピラミッド型アレイをテクスチャメモリ内に蓄積する手段を有しており、

対象物プリミティブデータをディスプレイプロセッサに供給する前記の手段が、テクスチャメモリ内のピラミッド型アレイ内に蓄積されたテクスチャエレメント値に応じて変調のパターンを対象物プリミティブに与える必要があるという指示を有しており、

ディスプレイプロセッサは更に、少なくとも第1のディスプレイメモリに適用するための画素アドレスの列と、各々が関連のレベル座標を有する複数の2Dテクスチャ座標対の対応する列とを対象物プリミティブデータから発生させて、関連のレベル座標により規定される解像度のレベルで対象物プリミティブ上に、蓄積された変調パターンのマッピングを行なうようにする手段と、

各々の前記の関連のレベル座標に対するオフセットを発生させ、且つ受けた座標対と、関連のレベル座標とこれに対し発生されたオフセットとの合計とから前記テクスチャメモリアドレスを発生させるように動作しうる手段と、

焦点奥行き値を受ける入力端とを具え、

オフセットを発生させるように動作しうる前記手段は、受けた焦点奥行き値により決定される大きさをそれぞれ有する前記オフセットを発生するように構成されていることを特徴とする画像処理装置。

7. 請求の範囲6に記載の画像処理装置において、この画像処理装置が更に、前記ホストプロセッサに結合されたユーザ可動作入力手段を有し、前記ホストプロセッサは、前記入力手段からの信号に応じて前記焦点奥行き値を発生させるとともに、この焦点奥行き値を変え且つこの焦点奥行き値を前記ディスプレイプロセッサに出力するように構成されていることを特徴とする画像処理装置。

8. 請求の範囲5に記載の画像処理装置を $(N+1)$ 個有するマルチビューディスプレイ装置において、そのディスプレイメモリが画像を $2(N+1)$ 個のビューのレンダキュラーアレイスクリーンのそれぞれのビューに供給し、それぞれの画像がスクリーンの前方の $2(N+1)$ 個の水平方向に変位したビューポ

イントで見うるようになり、水平方向に変位したビューポイントのうちの $(N+1)$ 個の中央のビューが $(N+1)$ 個の第1ディスプレイメモリにより駆動され、外側のビューは第2ディスプレイメモリのそれぞれの1個により駆動されるようになっており、 $N$ は1, 2, 3——等の整数としたことを特徴とするマルチビューディスプレイ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 立体画像の発生

本発明は、画像発生方法及び装置に関するものであり、特に、後処理技術により現存の画像データから立体ディスプレイ適用の画像を発生させることに関するものである。

3次元(3D)グラフィックスにおける立体視は、奥行き<sup>3</sup>の知覚を鼓舞するために左右の目に互いに異なるも互いに相関関係のある画像を与える技術を言うものである。種々のこのような技術はAddison・Wesleyにより1990年に発行された本“Computer Graphics: Principles and Practice”(James D. Foley氏等著)の第2版(ISBN 0-201-12110-7)の第915～917頁に記載されている。代表的には、1つの3Dグラフィックスレンダラが左目に対する画像を発生し、他の1つのレンダラが右目に対する画像を発生する。これらの画像をヘッドマウントディスプレイ又は同様な立体ディスプレイ装置に供給することができる。フィリップス社の3D LCDのようなマルチビュー・オートステレオスコーピック(自動立体)・ディスプレイ装置も存在し、この場合2つのビューポイント(視点)の各々に対し別々の画像を与える代りに、一般にN個のビューポイントに対するN個の画像がある。各画像をレンダリングするのに1つの3Dグラフィックスレンダラを割当てるのは費用が嵩み、1つのレンダラを時間多重で用いるのはしばしば实际的でなくなる。その理由は、このようなレンダラは代表的に、スムーズな動きを得るために、1フレーム期間当り1画像をレンダリングする容量で用いられる為である。

このような欠点を回避するために、いわゆる合成立体視を用いることができる。すなわち、左右の目に対しそれぞれ画像を必要とする簡単な立体視適用では、元画像(一次画像)における画素をこれらの視聴者からの距離(これら画素の奥行きとして表わす)の関数として左又は右にシフトさせ、このシフトにより導入される視差に応じた左右の画像の合成を行ない、奥行き<sup>3</sup>の知覚を鼓舞させるようにすることができる。かかる技術は各ビュー(視像)当り別々のレンダラを設ける

場合よりも廉価となるが、画素が左又は右にシフトされた個所で画像中にギャッ

ブが生じるようになる。中央の画像をレンダリングし且つシフトさせて左右の画像を得るのは、例えば左目の画像をレンダリングし且つシフトさせて右目の画像を発生させる場合よりも生じるギャップが小さくなるが、後者の場合資源が少なくて足りる。

本発明の目的は、立体視適用における左右への画像のシフトにより現われるギャップの問題を回避することにある。

本発明は、3次元(3D)対象物スペース内で複数の画像プリミティブより成る対象物の2次元(2D)画像の立体対を発生する方法であって、第1の画像を対象物スペース内の予め決定したビューポイントから得る当該方法において、この方法が、

(a) プリミティブデータをzバッファリングして第1の2D画像の各画素当りの最短近接不透明プリミティブを選択するとともに、最大の奥行きを有する画素プリミティブを棄却する工程と、

(b) 工程(a)からの棄却された画素プリミティブデータをzバッファリングして、第1の2D画像の各画素当り第1オクルードドプリミティブを選択する工程と、

(c) 工程(a)及び(b)で選択された画素プリミティブデータに、各画素当り当該画素の奥行き値により決定される量だけ、前記2次元のうちの1つの次元における位置的オフセットを与える工程と、

(d) 工程(c)からのシフトされた画素プリミティブデータをzバッファリングして各画素当りの優先寄与度を選択する工程と、

(e) 工程(a)で選択した画素プリミティブデータから第1の画像をレンダリングし、工程(d)で選択した画素プリミティブデータから第2の画像をレンダリングする工程と

を具えることを特徴とする。

前記工程(a)が更に、不透明でないプリミティブが前記の各画素当りの最短近接不透明プリミティブよりも近い場合に、これら不透明でないプリミティブを選択し、各プリミティブから各画素当りの優先寄与度を発生させ、実際には複合

画素を発生させることを有しているようにするのが好ましい。同様に前記工程（b）が更に、最短近接プリミティブが不透明でなく、2つの又はすべてのプリミティブが第1の不透明プリミティブの後方にある2つ以上の重複するプリミティブから各画素当りの優先寄与度を選択することを有しているようにすることができる。

更に、本発明によれば、3次元（3D）対象物スペースにおける複数の画像プリミティブから成る対象物の2次元（2D）画像の立体対を発生する画像処理装置であって、第1の画像を対象物スペース内で予め決定したビューポイントからのものとした画像処理装置において、この画像処理装置が、対象物プリミティブデータを蓄積するための関連の主メモリを有するホストプロセッサと、関連の複数のディスプレイメモリを有するディスプレイプロセッサとを具えており、ホストプロセッサは対象物プリミティブデータをディスプレイプロセッサに供給する手段を有しており、ディスプレイプロセッサは、プリミティブデータを整列させて第1の2D画像の各画素当り最短接近不透明プリミティブを選択し、選択した画素データを第1のディスプレイメモリに書込み、より大きな奥行きを有する棄却された画素プリミティブデータを出力する第1のzバッファと、第1のzバッファからの出力された棄却された画素プリミティブデータを受け、受けたデータから各画素当りの最短近接不透明プリミティブを選択するように結合された第2のzバッファと、第1及び第2のzバッファで選択された画素プリミティブデータの座標に、各画素当り当該画素の奥行き値によって決定される量だけ、前記2次元のうちの1つの次元における位置的オフセットを与えるように構成した位置オフセット手段と、この位置オフセット手段からシフトした画素プリミティブデータを受けて各画素当りの優先寄与度を選択し、選択した画素データを第2のディスプレイメモリに書込むように結合された第3のzバッファとを具えていることを特徴とする。

前記画像処理装置の前記ホストプロセッサに関連する主メモリが更に対象物プリミティブテクスチャの定義を保持し、前記ディスプレイプロセッサがテクスチャメモリを有するようにすることができる。このような構成では、前記ホストプロセッサが更に、レベル座標のそれぞれの値により規定された解像度の少な



くとも2つのレベルで所定の2D変調パターンを表わすテクスチャエレメント値の複数の2Dアレイを有するテクスチャエレメント値の少なくとも1つのピラミッド型又は部分ピラミッド型アレイをテクスチャメモリ内に蓄積する手段を有しており、対象物プリミティブデータをディスプレイプロセッサに供給する前記の手段が、テクスチャメモリ内のピラミッド型アレイ内に蓄積されたテクスチャエレメント値に応じて変調のパターンを対象物プリミティブに与える必要があるという指示を有しているようにすることができる。更に、ディスプレイプロセッサは更に、少なくとも第1のディスプレイメモリに適用するための画素アドレスの列と、各々が関連のレベル座標を有する複数の2Dテクスチャ座標対の対応する列とを対象物プリミティブデータから発生させて、関連のレベル座標により規定される解像度のレベルで対象物プリミティブ上に、蓄積された変調パターンのマッピングを行なうようにする手段と、各々の前記の関連のレベル座標に対するオフセットを発生させ、且つ受けた座標対と、関連のレベル座標とこれに対し発生されたオフセットとの合計とから前記テクスチャメモリアドレスを発生させるように動作しうる手段と、焦点奥行き値を受ける入力端とを具え、オフセットを発生させるように動作しうる前記手段は、受けた焦点奥行き値により決定される大きさをそれぞれ有する前記オフセットを発生するように構成されているようにすることができる。

上述した画像処理装置を複数個有するマルチビューディスプレイ装置を構成し、そのディスプレイメモリが画像をマルチビューレンチキュラーアレイスクリーンのそれぞれのビューに供給し、それぞれの画像がスクリーンの前方の、互いに水平方向に変位した複数個のビューポイントで見うようになり、水平方向に変位したこれらビューポイントの列のうち中央に向うビューがそれぞれの第1ディスプレイメモリにより駆動され、外側のビューは第2ディスプレイメモリの1個によりそれぞれ駆動されるようにすることができる。

本発明の他の特徴及び利点は、例示した本発明の好適実施例の、図面を参照した以下の説明から明らかとなるであろう。図中、

図1は、2つの水平方向に離間したビューポイント間の視差のシフト効果を示す線図であり、

図2は、図1のビューポイントの各々から見た3つの重複する画像プリミティブを示し、

図3は、画像レンダリング及びテクスチャマッピング用のハードウェアを有する本発明の立体ディスプレイ装置の一実施例を示すブロック線図であり、

図4は、図3のマッピング用ハードウェアの奥行きキュー回路を線図的に示し、

図5は、図4の回路に適用しうる種々の奥行きキューイング特性を示している。

以下の説明から明らかなように、本発明は通常のレンダラとスクリーンスペース3Dグラフィックスレンダラとの双方に適用しうる。通常のレンダラは、レンダリングするプリミティブ（代表的に三角形）がフレームバッファに順次に書込まれ、最終画像のいかなる画素もそれ自体いかなる時にも書込むことができるレンダラである。スクリーンスペースレンダラはスクリーンをタイルと称する $M \times N$ 個の画素の小領域に分割し、これには、 $M$ をスクリーンの幅とし $N$ を1画素としたいわゆる走査線レンダラを含む。スクリーンスペースレンダラは各タイルに対し、どのプリミティブが当該タイルに寄与するか（すなわち当該タイルによって重複されるか）を決定し、テクスチャイング処理のようなレンダリング処理を実行し、当該タイルに対する画素値をフレームバッファに書込む。

通常のレンダラ又はスクリーンスペースレンダラは、例えば前述したFoley氏等著の文献の第668～672頁に記載されているような通常のバッファ法を用いて各スクリーン又はタイルにプリミティブをレンダリングするために奥行きの整列を実行しうる。各画素におけるレンダリング用の最短近接可視プリミティブを、従って出力すべき画素の色を推論するのに $z$ バッファアルゴリズムが用いられる。スクリーンスペースレンダラは各タイルに対して1個の $z$ バッファを確保すれば足りるのに対し、通常のレンダラはスクリーンに対し1個の $z$ バッファを確保する必要がある。

本発明で述べる技術は通常のレンダラとスクリーンスペースレンダラとの双方に等しく適用しうるも、スクリーンスペースレンダラを用いる方がその $z$ バッファを小型にしうるという点で好ましい。又、上述した技術は通常の $z$ バッファを

用いるレンダラにも限定されない。すなわち、上述した技術は、これらのレンダリング用のプリミティブの特性を（ある方法で）合成して最終の画素の色及び奥

行きを決定しうるようにするために、各画素に衝突するレンダリング用のプリミティブの幾つか又は全てを蓄積するレンダラにも適用しうる。この合成を後の解析において最短近接不透明画素情報として考慮することができる。

図1は、適切には立体対を以って構成しうるビューポイント（視点）V1及びV2の対に対し通常の技術ではギャップを生ぜしめる視差効果を示す線図である。視聴者が3Dバーチャル環境の2D変換バージョンを見ているスクリーンを10で示してあり、このスクリーンの右側の領域が画像領域内の見かけの奥行き（z方向）を表わしている。3つの画像のプリミティブを12、14及び16で示しており、図面を簡単とするために、これら3つのプリミティブのすべてが互いに平行で垂直な平面体であるものと仮定する。奥行き値zが最も小さい（従って視聴者に最も近い）プリミティブ12が半透明であり、他の2つの後方のプリミティブ14、16が不透明であるものと仮定する。

それぞれのビューポイントV1及びV2からの3つのプリミティブのビュー（視像）を図2に示す。これらの画像は以下の問題、すなわち、右目（V1）に対する画像は完全にレンダリングされるが、左目に対する画像は後処理により発生され、x方向のシフトがプリミティブ16の領域を覆わない個所でギャップGがV2画像中に現れ、V1画像データのzバッファリング中にこのデータがプリミティブ14の不透明表面により隠されものとして廃棄されてしまうという問題を示している。視差のシフトにより半透明プリミティブ12に現われる可能性のある他のギャップ領域をG'で示す。ギャップが現われるかどうかは、双方のプリミティブによる色に対する合成値を保つか否か、或いは2つのプリミティブ12及び14に対するデータをG'領域に対し別に蓄積するか否かに依存する。レンダラは代表的に最短近接不透明プリミティブの奥行きを確保するも、スクリーンスペースレンダラは特に前述した不透明のプリミティブの前方にある半透明の又は部分的に覆われたプリミティブの奥行きのような関連情報を確保することができる。レンダラは代表的に最短近接不透明プリミティブ14の後方のプリミテ

ィブ16のようなプリミティブを廃棄する。

この欠陥を無くすために、本発明を具体化する立体画像発生装置は各画素に対し最短近接不透明プリミティブの直後にあるプリミティブに関する情報を確保す

る。この情報を以後、最短近接オクルーデッド (occluded: 妨害された) 画素情報と称する。実際上は、最短近接可視画素に対してばかりではなく、最短近接オクルーデッド画素に対しても z バッファが確保され。従って、最短近接不透明画素に相当する画素 (例えばプリミティブ14の左側エッジ) が合成立体画像の発生中左又は右にシフトされると、(プリミティブ16の以前に隠された部分に対する) 最短近接オクルーデッド画素情報が得られてシフトにより生ぜしめられたギャップに入れられる。最短近接オクルーデッド画素情報は代表的に実際のシーン内容に相当し、従って充填されたギャップは画像のその他の部分に著るしい相関関係にあり、それ自体存在価値のあるものである。

オクルーデッド画素を確保するのは通常のレンダラにとって費用が嵩むものである (しかし禁止されるものではない)。その理由は、実際に、各フレームに対し、2つの全スクリーン用 z バッファと2つの全スクリーン用フレームバッファとを確保する必要がある為である。スクリーンスペースレンダラは各画素当り数個のレンダリング用プリミティブに対する奥行き情報を予め確保しておくことができ、従って最短近接オクルーデッド画素の確保を比較的廉価に行なうことができる。各画素に対する奥行き及び色情報の2組を所定のタイルにおける画素に対してのみ保持すれば足り、これはスクリーン上のすべての画素に対し上述した2組を確保する価格に比べて可成り廉価となる。

スループットを実時間処理に対し確保するためには、通常のレンダラはオクルーデッド画素を必ずテクスチャリングし且つ照明 (明暗化) する必要がある、従ってそのスループットに損失はないが、フレームバッファ書込み段で行なわれる z バッファ奥行き整列 (ソーティング) を通常と同じ速さで2度行なう必要がある。スクリーンスペースレンダラはテクスチャリング及び照明の前に奥行き整列を行なう為、奥行き整列中及びその後のそのスループットを2倍にする必要があるが、このようにしない場合のオクルーデッド画素は依然としてテクスチャ

アイング又は照明する必要がない。

図3は、走査線型立体視レンダリング及びディスプレイ装置を示すブロック線図である。キーボード21及びトラックボール入力装置23がユーザから中央処理装置(CPU)25に入力を与える。ジョイスティック、デジタル方式タブレ

ット又はマウスのような他の入力装置を用いることもできる。対象物や、テクスチャマッピングにより対象物の表面に適用すべき写真画像もカメラ19のようなビデオ源から入力させることもできる。

CPU25はバス18を経てディスク貯蔵部20、ROM22及び主メモリ(MRAM)24に接続されている。磁気フロッピーディスク、ハードディスク及び／又は光メモリディスクを入れることのできるディスク貯蔵部はデータ(例えば画像又は3Dモデルデータ)を蓄積するのに用いられ、このデータを想起及び操作して新たな画像を所望通りに発生させることができる。このようなデータには、前の入力セッションからのユーザの作業及び／又は商業的に発生されたデータを含めることができ、これらを例えば教育又は娯楽のためのコンピュータシミュレーション又は対話型計算機援用設計(CAD)に用いることができる。3D対象物をモデリングするために、上述したデータは一般に2次元画像の形態ではなく多角形モデルデータとして蓄積される。この場合、データは、代表的に3D“対象物”スペースにおいて多角形面(プリミティブ)の群に分割された対象物を含む3Dモデルに相当する。モデルにおける各対象物に対するデータは、対象物を形成するすべての多角形の位置及び特性を与えるリストを有しており、このリストは多角形の頂点の相対位置や多角形面の色又は透明度を含んでいる。他のシステムでは、プリミティブは当該分野で既知のように曲面パッチを有することができる。既知のように、テクスチャを表面上にマッピングするように特定して、シーンを形成するプリミティブの数を増大させることなくディテールを表すようにすることができる。テクスチャマップは、例えば以下に説明するように画素の色を規定しうる、或いは反射度又は表面法線方向のような他の量を変調しうる変調の2Dパターンを規定するテクスチャエレメント(texture)の蓄積された2Dアレイである。これらのテクスチャマップはディスク貯蔵部20内に蓄

積しておくこともでき、これらのマップを所望に応じ想起する。

CPU 25やシステムの他の構成素子が対象物スペース内の3Dモデル“ワールド”を、適用によって決定しうる或いはユーザによって制御しうる第1ビューポイント（視点）から（“視聴者”スペースにおける）ユーザのための第1の2次元ビューに変換する。以下に説明するように、後処理により第2ビューを発生

させ、第1及び第2ビューを以って自動立体ディスプレイスクリーン（図示せず）又はVR型ヘッドマウントディスプレイ（HMD）34上に表示するための立体対を構成する。

上述した変換は、変換、回転、透視投影を実行する幾何変換により行なわれ、一般には頂点座標の行列乗算により行なわれるものであり、CPU 25は各プリミティブ又は各頂点に基づいてクリッピング及び照明すなわち明暗（lighting）計算を行なうこともできる。ROM 22及びMRAM 24はCPU 25に対するプログラムメモリ及び作業スペースを構成しており、CPU 25を援助してすべてのしかし最も簡単なモデルを2次元のシーンに変換するのに要する多数の演算を実行するために特別な処理用のハードウェア26を設けることができる。このハードウェア26は標準の演算回路を有するようにするか、或いはより一層パワフルな、顧客の仕様に沿って形成した又はプログラム可能なデジタル信号処理用集積回路を有するようにでき、このハードウェア26はバス18を経てCPU 25に接続することができる。ハードウェア26の特性は例えば速度、解像度、シーン当たりのプリミティブの数等に対してシステムの条件に依存している。

CPU 25の出力端（バス18を介する）と対のうちの左側画像に対するディスプレイメモリ（VRAML）30の入力端との間にはディスプレイ処理ユニット（DPU）28が接続されている。ディスプレイメモリ30は画素データ（COLL）をラスタ走査フォーマットで蓄積する。画素データCOLLには代表的に、各画素に対し所望の画素の赤（R）、緑（G）及び青（B）成分に相当する3つの8ビット値（合計で24ビット）を含めることができる。他の例では、より少ない又はより多いビットを与えることができ、又はこれらビットを用いて色を異なる成分によって規定することができること当業者にとって明らかである。

DPU 28では、プリミティブを“走査変換”し、最終の左側画像を一時に1ラインづつ左側ディスプレイメモリ30内に入れうるようにする。走査変換は、画像全体をディスプレイへの出力のために走査するのと同様に、各プリミティブが覆う画素を行順序に且つ画素順序に書込む処理である。

DPU 28は第1走査線バッファ60、第2走査線バッファ62及び第3走査線バッファ64に結合され、第1走査線バッファ60は画素に寄与する各プリミ

ティブの相対z値に基づいて隠れた表面の除去を達成する。プリミティブ画素は“被覆”されている為、すなわち奥行き短い不透明画素は第1走査線バッファ60内のその個所に書込まれる為、変位したプリミティブ画素は第2走査線バッファ62内の対応する位置にコピーされる。当該走査線に対応するすべてのプリミティブが考慮されると、バッファ60内の画素値が単にVRAML 30の対応するラインに読出される。バッファ62内の画素値は各画素位置における第1オクルudedプリミティブに対する値を表わす。

対のうちの右側画像を発生させるために、バッファ60及び62内の画素値に、個々の画素のそれぞれの奥行き値によって決定される量だけx方向のシフトを与え、次にこれらの値をバッファ64内の新たな位置に入れる。前述したように、この位置に、より近い不透明画素が既に存在しない場合のみ値を入れることができる為、バッファ62からの大部分の値は棄却されてバッファ60からの値を選ぶも、視差のシフトが(図2におけるような)ギャップに導入される場合には、第1オクルudedプリミティブに対する必要な画素値は一般にバッファ62から与えられる。

すべての値がバッファ64内に書込まれると、得られる内容はシフトされた右側画像における対応するラインに対する正しい画素値を有し、データは第2ディスプレイメモリ66(VRAMR)に直接書込まれる。

タイミングユニット(ビデオコントローラ)32は、2つのVRAML 30及びVRAMR 66内の画素データをHMD 34内のそれぞれのディスプレイスクリーンのラスト走査と同期してアドレスする読出アドレス信号XD及びYDを発生する。これらのアドレス信号に応答してVRAML 30及びVRAMR 66内

の位置が行順序及び列順序で走査され、それぞれのカラー値COLDL及びCOLDRを読み出し、これらカラー値をディスプレイ変換器36, 68に供給し、これら変換器は画素データCOLDL及びCOLDRを、HMD34に供給するための適切な形態の信号に変換し、このHMD34はタイミングユニット32からタイミング信号(SYNC)をも受ける。構成素子30, 32, 36, 66, 68の形態及び/又は動作は異なるディスプレイ装置、例えば重畳されたレンチキュラスクリーンを有する飛越走査自動立体ディスプレイに対し変えることができること容易に理解しうるであろう。

画素値COLは、プリミティブの基本表面色が対象物の表面の属性(例えば透明度、拡散反射度、鏡面反射度)や3D環境の属性(例えば光源の形状及び位置)を写實的に考慮するように変調されるようにして発生される。この変調のあるものはプリミティブデータが入れられたパラメータから算術的に発生させ、例えば曲面をシミレートするように平滑に変化するシェーディング(陰影)を生じることができる。しかし、より細かい変調を生ぜしめ且つ奥行きキューを画像に導入するのを容易にするために、マッピングハードウェアを設け、予めテクスチャメモリ41内に蓄積された予め決定されたパターンに基づいた変調値MODを生じようとする。

この目的のために、DPU28がテクスチャ座標U及びVの対を画素(ディスプレイ)座標X及びYの各対に対し発生させ、変調パターンがプリミティブ表面上にマッピングされ、幾何変換をテクスチャスペースから対象物スペース内に且つ対象物スペースから視聴者(ディスプレイ)スペース内に実行するようにする。テクスチャリングはバッファ60, 62による整列後に行なつて、明確にオクルージョン(妨害)されたプリミティブ領域をレンダリングする無駄を回避することに注意すべきである。

この目的のために、DPU28がテクスチャ座標U及びVの対を画素(ディスプレイ)座標X及びYの各対に対し発生させ、変調パターンがプリミティブ表面上にマッピングされ、幾何変換をテクスチャスペースから対象物スペース内に且つ対象物スペースから視聴者(ディスプレイ)スペース内に実行するようにする。テクスチャリングはバッファ60, 62による整列後に行なつて、明確にオクルージョン(妨害)されたプリミティブ領域をレンダリングする無駄を回避することに注意すべきである。

テクスチャ座標U及びVは後に説明するようにしてマッピングハードウェア内で処理され、テクスチャメモリ41に供給され、変調値MODが、アドレスされている各画素位置X, Yに対し得られるようにする。一般的には、値MODがたとえカラー値であっても、これらの値をDPU28内で写實的な照明すなわ



ち明暗効果を考慮するように修正する必要がある。より一般的な場合には、変調値MODをDPU28内で他のパラメータと一緒に用いて画素値COLL及びCOLRをあまり直接的でなく修正するようにする。

テクスチャメモリ41内で表されるテクスチャエレメントは一般にディスプレイの画素に1対1で対応せず、特にプリミティブを距離で示し従ってテクスチャを極めて少数の画素上にマッピングする場合には、簡単な二次抽出法を用いた場合に生じるであろうエイリアシング効果を回避するのに空間フィルタリングが必要となる。

実時間の動画像を合成する必要がある装置では一般化されたフィルタを経済的に適用できないことが知られており、これに対する通常の解決策は、所定のパターンに対し数個の2Dアレイ（以後“マップ”と称する）を蓄積し、各マップは順次に小さくなり且つ順次に低解像度となるようにプレフィルタリングされるようにすることである。従ってDPU28は使用する適切なマップを決定するのにレベル座標Lを生ぜしめる必要があるだけである。コンパクトな蓄積及びテクスチャエレメント値に対する高速アクセスのためには、マップを2のべき乗の寸法を有する正方形に選択し“MIP (multum in parvo)マップ”技術に応じて正方形のテクスチャメモリ内に蓄積することができる。

図3は、テクスチャメモリ41内にMIPマップとして蓄積されたテクスチャピラミッドの色成分R、G及びBを示している。最大（最高解像度）マップ（ $L=0$ ）は例えば $512 \times 512$ 個のテクスチャエレメントを有することができ、 $L=1$ のマップは $256 \times 256$ 個のテクスチャエレメントを有し、以下各マップが1つのテクスチャエレメントとなる $L=9$ まで降下する。例示のために、各テクスチャエレメント値がR、G及びBの色成分の各々に対し8ビット値を有するものと仮定すると、テクスチャメモリ41の全体の寸法は1メガバイトとなる。

テクスチャエレメント値は、CPU14によってバス18及びメモリ41の書込ポート43を介してレンダリングする前にメモリ41内に蓄積しておく。各テクスチャエレメント値を読み出す場合、DPU28が2D座標対を発生する。

この座標対の各座標 (U, V) は少なくとも長さ9ビットの整数部を有する。これと同時にDPU28がレベル座標Lを発生し、このレベル座標Lは、奥行きキュー回路40による修正を条件として、テクスチャメモリ41の読出アドレスポート44及び45にそれぞれ供給するための物理座標U'及びV'を“仮想”座標U及びVから発生させるのに用いられる。メモリ41は各物理座標対U', V'に応答して、アドレスされたテクスチャエレメントのR, G及びB成分を(24ビットの)読出ポート46を経て発生させる。

メモリ41内のMIPマップの2次元2進木構造のために、必要とする物理座標U'及びV'を2進シフト回路47及び48の対により簡単に発生させること

ができ、シフト回路はレベル座標Lにより規定された位置数だけ座標をそれぞれ右にシフトさせる。特に、L=0が最高レベルを表す場合、レベル0のマップにおける所定のテクスチャエレメントに相当するアドレスをレベルLのマップにおける対応するテクスチャエレメントの物理アドレスに変換することができ、これはU及びV座標をL個の位置だけ右にシフトさせ、各座標を2Lだけ有効にスケールダウンさせることにより達成される。非修正レベル座標Lはプリミティブデータの一部としてDPU28に供給することができるも、マッピングに透視を考慮する必要がある場合には、レベル座標LはDPU内でX, Yに対するU, Vの偏導関数に依存させて各画素に基づいて発生させるのがより好ましい。

図3では、奥行きキュー回路40を、DPU28に結合された個別のユニットとして示してあるが、その機能をDPU内のソフトウェアで同様に実行しうることができること明らかである。この回路40は図4に線図的に示すように、非修正レベル座標L、焦点奥行きF及び画素奥行きZに対する入力端を有する。焦点奥行きFは、視聴者が焦点を合わせようとしている2Dディスプレイ画像内のみかけの奥行きを特定する。Fの値は固定とすることも、或いは特定の適用分野で必要とするように、適用制御に基づいて又はユーザ入力に応答して可変とすることもできる。画素奥行きは表示画像の各画素に対し、発生されたディスプレイ座標X及びYと同期して供給されるもので、3Dワールドモデルの2Dディスプレイ画像への変換中にDPU28により生ぜしめられる。

算術段70は画素奥行き及び焦点奥行き間の分離度の関数として出力値FSを生じ、この値が加算回路72において非修正レベル座標Lに加えられ、修正された座標レベルL'を生じる。加算回路の出力側にはリミッタ段74を設け、修正された座標L'がテクスチャメモリ41により維持されるレベルの範囲内に入るようにするのが適している。算術段70によって行なわれる特定の関数は、図5に分離度(F-Z)に対するFSのグラフにA、B及びCで例示するように所望の奥行きキュー特性に応じて変えることができる。一般的な特性は、焦点奥行きFにある又は焦点奥行きFの近くにある画素奥行きに対し、FSの値が零でL'=Lとなり、これらの画素が“適切な”テクスチャ解像度を有するも、テクスチャは他の奥行きではブラーイング状態になる特性である。

マッピングハードウェアがピラミッド型データ構造の2つのマップレベル間の補間によりテクスチャ値を発生させる補間器(図示せず)を有する場合には、例A及びBで示すようにL'を非整数値にすることができる(例A及びBはテクスチャメモリに対するLの最大値に達した際のリミッタ段74の効果をも示している)。L(従ってL')の整数値のみが維持される場合には、FSも同様に例Cで示すように整数値となるように強制される。

上述したところでは、要するに、第1画像の画素プリミティブをこれらのそれぞれの奥行きにより決定される量だけ水平方向にシフトさせて視差のシフトを与えることにより、第2の画像を形成する後処理方法及び装置を説明した。シフトされた画像にギャップが現われるのを回避するために、2つのzバッファを設け、第1画像のレンダリング中第2のzバッファに第1のzバッファの廃棄値をローディングして、各画素に対し第1のオクルーデッドプリミティブのレコードを形成するようにする。第1及び第2の双方のzバッファの内容及び第3のzバッファに書込まれた結果に水平方向のシフトを適用し、第1画像の値(第1のzバッファの、シフトされない内容)に適用された変化シフトによるギャップを第2のzバッファからの、以前のオクルーデッド値で充填する。これら2つの画像はバーチャルリヤリティーヘッドセットのような適切な立体ディスプレイに出力させることができる。

当業者にとっては上述したところからその他の変形を行なうことができること明らかである。このような変形には自動立体ディスプレイ装置及びその部品で既に知られている他の特徴を含めることができ、これらの他の特徴は前述した特徴の代わりに又はこれに加えて用いることができる。

【図1】

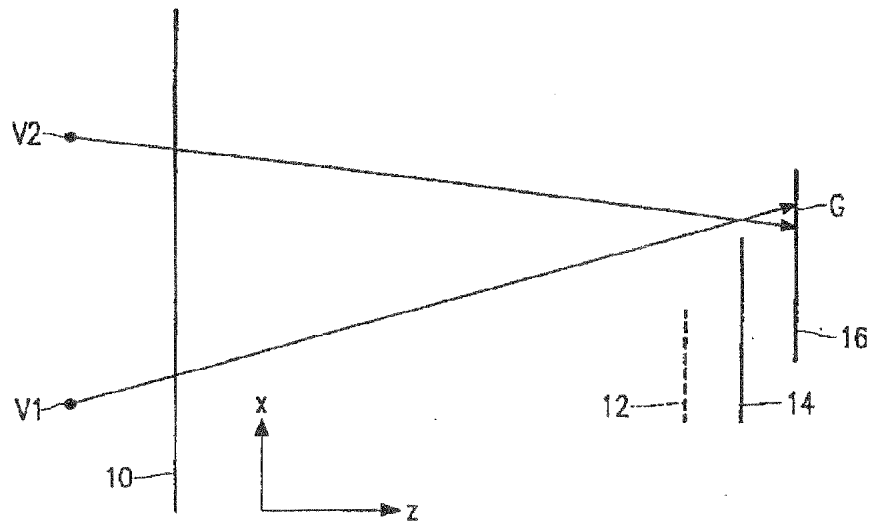


FIG. 1

【図2】

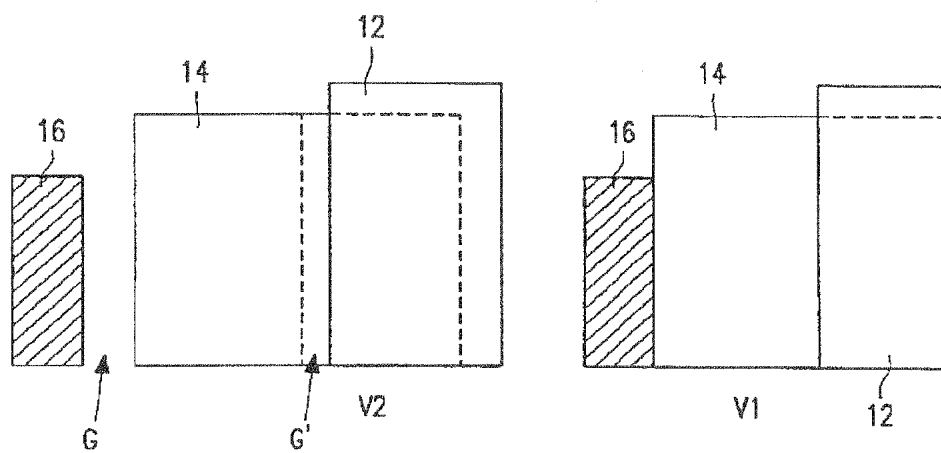
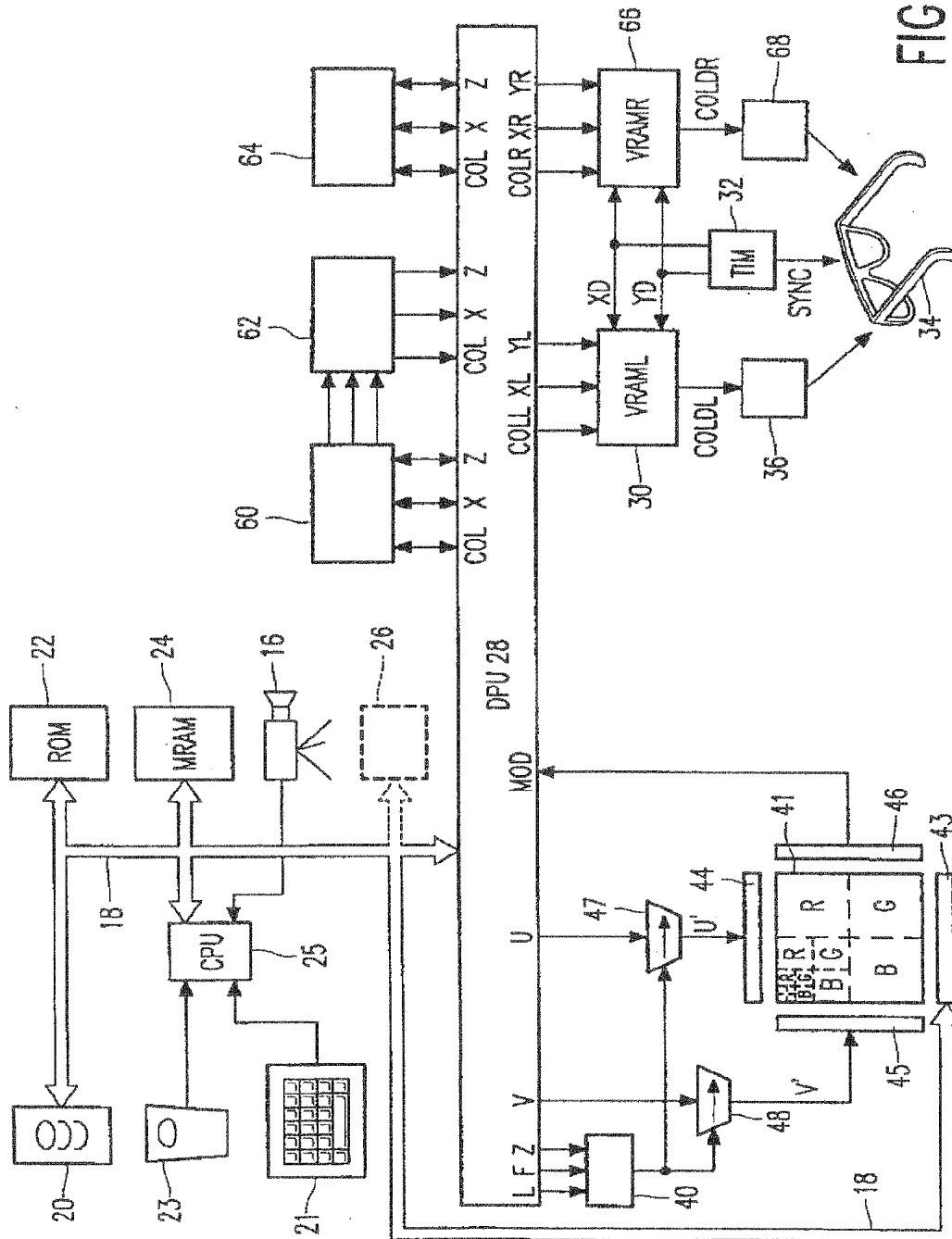


FIG. 2

**E.G.3**



【図4】

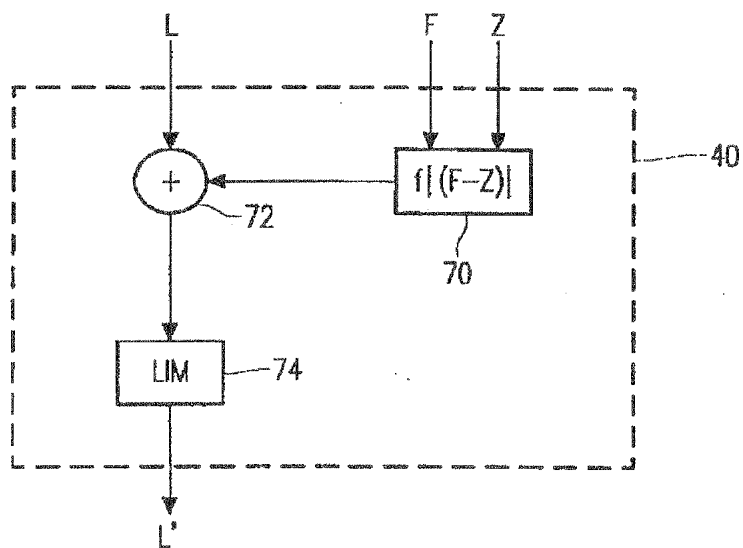


FIG. 4

【図5】

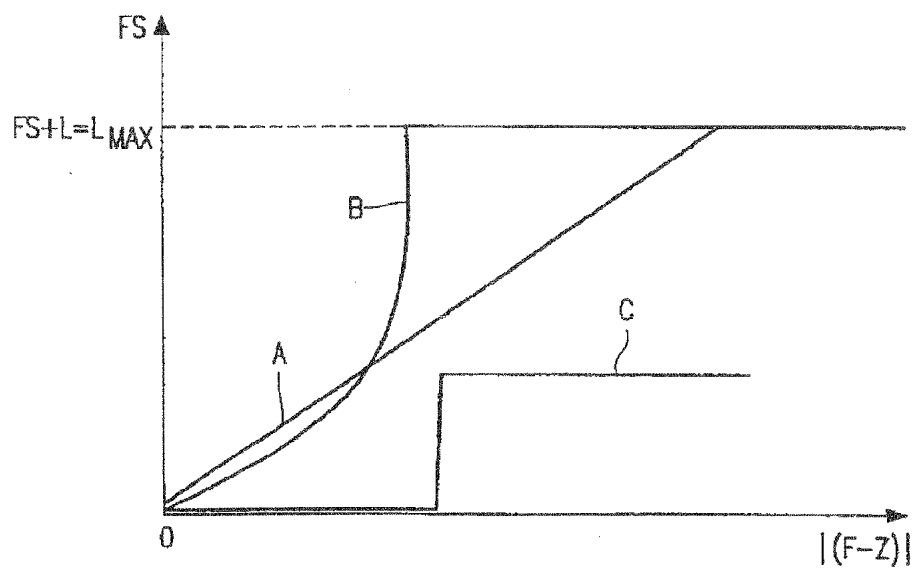


FIG. 5

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB 97/00588

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  |  |   |
|---|--|---|
| IPC6: G02B 27/22, H04N 13/04, G06T 15/10 // G06T7/00<br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |  |   |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>   |  |   |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)   |  |   |
| IPC6: G02B, H04N, G06T  |  |   |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched   |  |   |
| SE,DK,FI,NO classes as above  |  |   |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  |  |   |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |  |   |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages         | Relevant to claim No.   |
| P,X   | EP 0717373 A2 (SANYO ELECTRIC CO. LTD),<br>19 June 1996 (19.06.96), see the whole document | 1-5,9   |
| A   | EP 0712110 A1 (NINTENDO CO., LTD.), 15 May 1996<br>(15.05.96), see claims                  | 1-9   |
| A   | US 5493595 A (ARNOLD SCHOOLMAN), 20 February 1996<br>(20.02.96), abstract                  | 1-9   |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.  |  |   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"B" earlier document but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |  |   |
| Date of the actual completion of the international search   |  | Date of mailing of the international search report                        |
| 12 December 1997  |  | 15-12-1997  |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Swedish Patent Office<br>Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM<br>Facsimile No. +46 8 666 02 86  |  | Authorized officer<br><br>Michel Gascoin<br>Telephone No. +46 8 782 25 00 |



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
 Information on patent family members

04/11/97

International application No.

PCT/IB 97/00588

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0717373 A2                             | 19/06/96            | JP 8168058 A               | 25/06/96            |
|   |                     | JP 8182023 A               | 12/07/96            |
| EP 0712110 A1                             | 15/05/96            | AU 3775895 A               | 16/05/96            |
|   |                     | CA 2162541 A               | 12/05/96            |
|   |                     | JP 8191463 A               | 23/07/96            |
| US 5493595 A                              | 20/02/96            | US 5488952 A               | 06/02/96            |
|   |                     | US 5281957 A               | 25/01/94            |
|   |                     | US 4737972 A               | 12/04/88            |
|   |                     | DE 3540139 A               | 15/05/86            |
|   |                     | GB 2167266 A,B             | 21/05/86            |
|   |                     | US 4559555 A               | 17/12/85            |
|   |                     | US 4651201 A               | 17/03/87            |
|   |                     | US 4706117 A               | 10/11/87            |
|   |                     | US 5019828 A               | 28/05/91            |